

اثر رژیم های مختلف آبیاری بر رشد، عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام سورگوم دانه ای (*Sorghum bicolor* L.) در شرایط اصفهان

Effect of different irrigation regimes on growth, grain yield and its components of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivars under Isfahan conditions

محمدرضا بن رزم، و معرفت قاسمی

چکیده

رزمی، ن. و م. قاسمی. اثر رژیم های مختلف آبیاری بر رشد، عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام سورگوم دانه ای (*Sorghum bicolor* L.) در شرایط اصفهان. مجله علوم زراعی ایران. ۱۱ (۱): ۱۳۳-۱۴۴.

به منظور بررسی تاثیر رژیم های مختلف آبیاری بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سورگوم دانه ای ارقام ۱، ۲، ۳ و ۴ در سال زراعی ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان بصورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و در چهار تکرار اجرا گردید. کرت های اصلی شامل چهار رژیم آبیاری I_1 ، I_2 ، I_3 و I_4 بترتیب آبیاری پس از آبیاری ۱۳۳۳ و ۱۳۳۳ میلیمتر تبخیر از پشتک تبخیر کلاس A بود. کرت های فرعی مشتمل بر چهار رقم سورگوم دانه ای به نام های اردستان، پیام، سپیده و کیمیا بودند. هیچ نشان داد با افزایش فواصل آبیاری از تیمار I_1 تا I_4 طول دوره رشد، ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد دانه در خوشه، عملکرد دانه و شاخص برداشت ارقام سورگوم بطور قابل ملاحظه ای کاهش یافت. عملکرد دانه بمقدار ۱۳۳/۳ درصد در I_2 ، ۱۳۳ درصد در I_3 و ۱۳۳ درصد در I_4 نسبت به تیمار I_1 ۱۳۳ ۱۳۳. در بین ارقام نیز از لحاظ صفات رویشی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه اختلاف معنی دار وجود داشت. رقم اردستان دارای بیشترین ارتفاع بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، رقم سپیده دارای بیشترین تعداد دانه در خوشه و رقم کیمیا دارای بیشترین طول دره رشد بود. اثر متقابل آبیاری × رقم برای صفات عملکرد دانه و اجزای آن معنی دار شد و عملکرد دانه رقم اردستان نسبت به عملکرد دانه سه رقم دیگر ۱۳۳ ۱۳۳ ۱۳۳ کمتری ۱۳۳ ۱۳۳ بر رژیم های آبیاری قرار گرفت.

واژه های کلیدی: رژیم آبیاری، عملکرد، اجزای عملکرد، سورگوم، کارایی مصرف آب

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۰۵

[- پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان) (مکاتبه کننده)

۱۳۳ ۱۳۳ ۱۳۳ بات علم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)

چکیده

سورگوم (*Sorghum bicolor* L. Moench) یکی از تیره غلات است که به دامنه وسیعی از شرایط اکولوژیکی و زراعی سازگار می باشد و در شرایطی که رطوبت، درجه حرارت و مواد غذایی عوامل محدود کننده رشد سایر محصولات زراعی باشد می تواند عملکرد مطلوبی را تولید کند (Sorghum bicolor L. Moench). سورگوم به دلیل دارا بودن خد (Sorghum bicolor L. Moench) تنظیم اسمزی بالا، سیستم ریشه ای عمیق و گسترده، پوشش لایه مومی روی ساقه و برگ ها، افزایش راندمان مصرف آب از طریق تنظیم حرکت برگ ها، از دست دادن میزان آب کمتر به ازای کاهش هر واحد از پتانسیل آب برگ، مقاومت زیاد به آب کشیدگی، تنظیم روزنه ای و توانایی انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده در ساقه و برگ ها برای پر کردن دانه ها در شرایط تنش خشک می تواند به رشد و نمو خود ادامه داده و عملکرد قابل قبولی تولید نماید (Sorghum bicolor L. Moench). سورگوم با برخ از گونه های قارچ مایکوریزا از طریق افزایش قدرت جذب آب توسط ریشه منجر به افزایش مقاومت آن به خشک می شود (Cho et al., 2006). یکی دیگر از مکانیسم های تحمل به خشکی در سورگوم پیری و مرگ برگ هاست که باعث کاهش شاخص سطح برگ و نیازهای تعرقی گیاه شده و به افزایش بقای گیاهان تحت تنش کمک می کند (Eck et al., 1972; Garrity et al., 1982). تنش خشک به دلیل کاهش میزان رشد ساقه و برگ ها و ریزش برگ ها، تولید ماده خشک در سورگوم کاهش پیدا می کند. میزان این کاهش به شدت تنش و مرحله رشدی گیاه بستگی دارد (Seetharama et al., 1995). تنش خشکی الکوی جذب مواد معدنی راتحت تاثیر قرار می دهد، بطوریکه در گیاهان در شرایط تنش، میزان تجمع ازت و فسفر در برگ های سورگوم کاهش و

تجمع ازت در ساقه آن افزایش می یابد (Hajar et al., 1997; Ibrahim, 1999). اجزای عملکرد دانه سورگوم در مراحل متفاوتی از رشد گیاه تعیین می شود شرایط محیطی موجود در زمان توسعه هر جزء عملکرد بر سهم آن جزء از عملکرد اثر می گذارد. کاهش گیاه در یک جزء عملکرد باعث شرایط محیطی نامساعد بوجود می آید بطور قابل ملاحظه ای پس از رفع شرایط تنش توسط اجزای گیاه جبران می گردد با این حال جبران اجزای عملکرد کامل نبوده و به ژنوتیپ گیاه و شدت تنش بستگی دارد (Matthews et al., 2004). طبق گزارش اولیافو و همکاران (Olufayo et al., 1997) در صورت رفع تنش خشکی در موقع پر شدن دانه، وزن دانه ها و درصد افزایش می. انتقال مجدد مواد ذخیره ای یکی دیگر از مکانیسم های جبران عملکرد می باشد که از افت شدید وزن دانه هادر شرایط تنش جلوگیری می کند (Brun et al., 1972). سورگوم در فرایند تمایز مریستم، انشعابات گل آذین را از پایین شروع و آنرا تکمیل می کند (Martin, 2002). تنش خشکی در این مرحله با تاثیر بر توسعه گل آذین موجب کاهش تعداد دانه می شود. لوئیس و همکاران (Lewis et al., 2000) گزارش کردند که حساس ترین مرحله رشد سورگوم به تنش خشکی در مرحله متورم شدن برگ پرچم تا پایان گرده افشانی است. درصد کاهش در این مرحله (پتانسیل آب خاک - بار) در این مرحله در درصد کاهش عملکرد دانه ش. هدف از اجرای این تحقیق بررسی واکنش ارقام سورگوم به رژیم های مختلف آبیاری و تعیین رقم متحمل سورگوم برای شرایط تنش کم آبی در منطقه اصفهان بود.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در منطقه لورک شهرستان نجف آباد با طول

جغرافیایی درجه و دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی درجه و دقیقه شمالی و ارتفاع متر از سطح دریا، میانگین بارندگی سالیانه میلیمتر و میانگین درجه حرارت / درجه سانتی گراد اجرا شد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی -رسی در رده اریدیسول و گروه های بزرگ آن از نوع کامبورتید، با جرم مخصوص ظاهری حدود / گرم بر سانتی مترمکعب، ظرفیت زراعی حدود درصد وزنی و نقطه پژمردگی دائم حدود / درصد وزنی بود. آزمایش بصورت کرت های خرد شده (اسپلیت پلات) فاکتور اصلی و فاکتور فرعی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و در تکرار اجرا گردید. کرت های اصلی شامل چهار رژیم آبیاری I_1, I_2, I_3, I_4 بترتیب آبیاری پس از I_1, I_2, I_3, I_4 و I_4 بترتیب آبیاری پس از I_1, I_2, I_3, I_4 و کرت های فرعی شامل چهار رقم سورگوم دانه ای با نام های اردستان، پیام، سپیده و کیمیا بودند. عملیات تهیه زمین شامل شخم عمیق در پاییز، دو دیسک عمود بر هم در هنگام کاشت، تسطیح، کود پاشی بر اساس ازمون خاک بمیزان کیلوگرم کود اوره و کیلوگرم

گرم در هکتار فسفات آمونیوم و ایجاد جوی و پشته بود. کاشت در پنجم تیر ماه در ردیف کاشت بطول متر، فواصل بین ردیف کاشت متر و فاصله بین دو بوته متوالی در هر ردیف حدود متر متر انجام شد. برای تشخیص زمان آبیاری در هر تیمار هر روز در ساعت میزان تبخیر از پشت تبخیر اندازه گیری و آبیاری هر تیمار پس از رسیدن میزان تبخیر به مقدار مورد نظر انجام می شد. برای اندازه گیری میزان آب تخلیه شده از خاک یک روز قبل از زمان مذکور نمونه های خاک در عمق ریشه از دومین ردیف هر کرت در سه تکرار برداشت و پس از توزین بمدت ساعت دراون در حرارت درجه سانتی گراد قرار گرفت. توزین مجدد نمونه ها، درصد وزنی رطوبت خاک محاسبه می شد. میزان آب آبیاری در تیمارهای فوق طوری تعیین می شد که بتواند عمق توسعه ریشه را به حد ظرفیت زراعی برساند. راندمان کاربرد آب آبیاری در هر تیمار با استفاده از فرمول زیر (Smith et al., 2005).

$$ea = \frac{(Fc - \theta).BD.D}{\text{جرم آب در هر کرت اصلی} / \text{جرم آب ورودی}} \times 100$$

حجم آب در هر آبیاری و برای هر کرت بر اساس فرمول زیر محاسبه شد.

$$Vw = (Fc - \theta).BD.A.D/ea$$

که در آنها:

ea: راندمان کاربرد آب آبیاری Fc : درصد وزنی رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه ای و در عمق توسعه ریشه، θ : درصد وزنی رطوبت خاک قبل از اعمال آبیاری و در عمق توسعه ریشه، BD : وزن مخصوص ظاهری خاک در عمق توسعه ریشه بر حسب گرم بر سانتیمترمکعب، A : مساحت پلات اصلی بر حسب متر D : عمق ریشه بر حسب متر و Vw : حجم آب آبیاری بر حسب مترمکعب.

برای اندازه گیری میزان آب ورودی و خروجی هر کرت از سرریز مثلثی نصب شده در ابتدای هر کرت استفاده شد. برای جلوگیری از نشت آب از جویهای آبیاری به کرت های مجاور، خاک دیواره و کف این جویها قبل از اعمال تیمارهای آبیاری کوبیده و متراکم شد. برای جلوگیری از نشت آب از کرت به کرت دیگر و بروز اشتباه در آزمایش فاصله دو کرت اصلی از هم متر در نظر گرفته شد. حجم آب آبیاری و تعداد

دفعات آبیاری در جدول نشان داده شده است. از دو خط مبنای هر کرت فرع بطور تصادفی انتخاب و این صفات در آنها اندازه گیری شد. برداشت شده برای ارزش عملکرد دانه در جدول - دفعات آبیاری و حجم آب آبیاری در رژیم های مختلف آبیاری

Table1. Number of irrigation and volume of irrigation in different irrigation treatments.

الجار آبیاری	دفعات آبیاری	حجم آب آبیاری (متر مکعب در هکتار)
Irrigation treatment	No. of irrigation	Volume of irrigation (m ³ /ha)
I ₁	7	4685
I ₂	5	3500
I ₃	4	2720
I ₄	3	2050

از ردیف های هر کرت فرع بود. عملکرد دانه بر اساس درصد رطوبت محاسبه شد. برای عملکرد بولوژیک، کل قسمت هوا به در مساحت متر مربع از هر کرت فرع برداشت شد، نمونه ها در

متر مکعب آب مصرف شده در هکتار / گرم دانه تولید شده در هکتار = W.U.E

سورگوم در سطح احتمال درصد معنی دار بود (جدول ۱). مراحل زایشی و رسیدگی در تیمارهای I₃ و I₄ به تیمار I₁ چند روز جلوتر اتفاق افتاد. بطوریکه طول دوره رشد ارقام سورگوم در تیمارهای I₃ و I₄ بترتیب حدود ۱۰ و ۱۲ روز کوتاهتر از طول دوره رشد در تیمار I₁ بود (جدول ۱). الیفایو و همکاران (Olufayo et al., 1994) تفاوت دمایی در حدود ۱

درجه سانتی گراد بین کانونی گیاه با دمای هوا در تیمار عدم آبیاری، در اواسط روز گزارش دادند در حالیکه این تفاوت در تیمارهایی با آبیاری مطلوب حدود صفر بود. نظریه دیگر اینست که گیاهانی که بوسیله تغییر مراحل نمو خود به تنش خشکی سازگاری یافتند شاید به تقسیم سلولی کمتری قبل از مرحله انتقال نیاز داشته باشند (Nwa, 1979). تنش رطوبتی از طریق افزایش سرعت پر شدن دانه نیز طول دوره رشد ارقام سورگوم را کاهش می دهد (Abdolla et al., 1996). اثر متقابل آبیاری × رقم بر تعداد روز تا رسیدن ارقام

در پایان تحقیق داده های بدست آمده توسط نرم افزار آماری MSTATc مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مبنای داده ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن ارزشیابی شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتیجه و بحث

بر اساس گزارش سند ملی آب کشور (۱۳۹۳) از آبیاری سورگوم در مناطق نیمه خشک مانند اصفهان معادل ۱۰ متر مکعب برآورد شده است. با مراجعه به جدول ۱ و با توجه به نیاز آبی سورگوم می توان گفت در این آزمایش در تیمار I₁ از آب ارقام سورگوم مبنای شده و در تیمارهای I₂، I₃ و I₄ با تنش کم آبی مواجه بودند.

تفاوت در صفات رویشی سورگوم

تفاوت در طول دوره رشد:

اثر تیمارهای آبیاری بر طول دوره رشد ارقام

جدول ۲- تجزیه واریانس برخی از صفات زراعی در رژیم های مختلف آبیاری در ارقام سورگوم دانه ای

Table 2. Analysis of variance for some agronomic characters in different irrigation regimes in sorghum cultivars.

مقایسه عملکرد و صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک رقم‌های مختلف در شرایط آبیاری و تکرار													
S.O.V	تکرار / آبیاری	درجه آزادی	Mean square							مربعات			
			کارآبادی	برداشت	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	وزن صد دانه	تعداد دانه در	تعداد پانیکول	ارتفاع گیاه	مساحت برگ	تعداد برگ در بوته	روز تا رسیدگی
			مصرف آب W.U.E (kg/m ³)	برداشت Harvest index	بیولوژیکی Biological yield	دانه Grain yield	100 grain Weight	تعداد پانیکول No. grain per panicle	تعداد پانیکول No. of panicle per plant	Plant height	برگ Leaf area index	در بوته No. of leaves	Days to maturity
Replication	تکرار	3	0.33 ^{ns}	13.5 ^{ns}	0.69 ^{ns}	4.66 ^{ns}	0.007 ^{ns}	64194 ^{ns}	0.050 ^{ns}	214.6 ^{ns}	0.581 ^{ns}	2.94*	165.2 ^{ns}
Irrigation (I)	آبیاری	3	4.30**	127.3**	8.24**	121.8**	3.22*	9895293**	0.154*	6536.7**	56.89**	0.33 ^{ns}	1860.2*
Error a	خطای a	9	2.94	15.6	51.53	3.43	1.460	408870	0.006	590.9	4.623	4.32	67.65
Cultivar (C)	رقم	3	50.2**	2593**	50.53**	285**	25.9**	5603047**	0.0287**	20915**	49.176**	30.82**	1322**
I × C	آبیاری × رقم	9	17.7 ^{ns}	547.6*	3.26*	32.3*	0.0371	3246987*	0.0195*	4430*	30.386*	17.7*	1115.2*
Error b	خطای b	36	20.8	70.37	7.35	24.55	3.221	4863392	0.009	2212.7	11.321	20.8	475.23
CV (%)	ضریب تغییرات (%)		10.2	12.3	11.1	10.1	7.2	9.5	5.1	8.7	9.3	6.8	8.0

*, **: Significant at 5% and 1 % of probability levels, respectively

ns: Non. significant

* و ** بترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ درصد

ns: غیر معنی دار

جدول ۳-مقایسه میانگین صفات زراعی برای رژیم‌های آبیاری و ارقام سورگوم دانه ای

Table 3. Mean comparison for agronomic characters in different irrigation regimes and sorghum cultivars

آبجاری مصرف	بهره	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	وزن صد دانه	تعداد دانه	تعداد پانیکول	تعداد برگ	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	روز تا رسیدگی	آبجاری
kg/m ³	index	(kg/ha)	(kg/ha)	Weight (g)	No. grain	No. of panicle	Leaf area index	(cm)	maturity	Treatment
W.U.E	(%)				per plant	per panicle				
آبیاری Irrigation regime										
I ₁	1.52 c	33.4 a	21390 a	7140 a	2.179 a	1501 a	1.22 a	137.2 a	127 a	I ₁
I ₂	1.82 b	32.9 a	19340 b	6380 b	2.168 a	1429 a	1.20 a	128.5 b	125 a	I ₂
I ₃	1.88 a	29.5 b	17280 c	5120 c	2.100 a	1228 b	1.10 b	113.0 c	119 b	I ₃
I ₄	1.78 b	26.8 c	13250 d	3560 d	1.768 b	1054 c	1.02 c	100.1 d	113 c	I ₄
رقم Cultivar										
بومی اردستان Local Ardestan	1.59 a	37.5 a	20130 a	7490 a	2.742 a	1799 b	1.00 c	220.0 a	126 b	Local Ardestan
پیام Payam	1.08 c	31.8 c	16110 c	5090 c	2.181 b	1221 d	1.30 a	78.0 c	108 c	Payam
سپیده Sepideh	1.38 b	35.0 b	18190 b	6480 b	1.885 c	1874 a	1.20 b	97.7 b	120 b	Sepideh
کیمیا Kimya	0.62 d	16.0 d	18540 b	2950 d	0.993 d	1443 c	1.13 b	99.3 b	133 a	Kimya

نمونه‌ها در هر ستون و برای هر تیمار، دارای حروف مشابه هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ درصد تفاوت معنی دار ندارند

Means, in each column and for each treatment, followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% of probability level- using Duncan's Multiple Range Test

جدول ۴--ضرایب همبستگی ساده بین اجزای عملکرد و عملکرد دانه در سورگوم

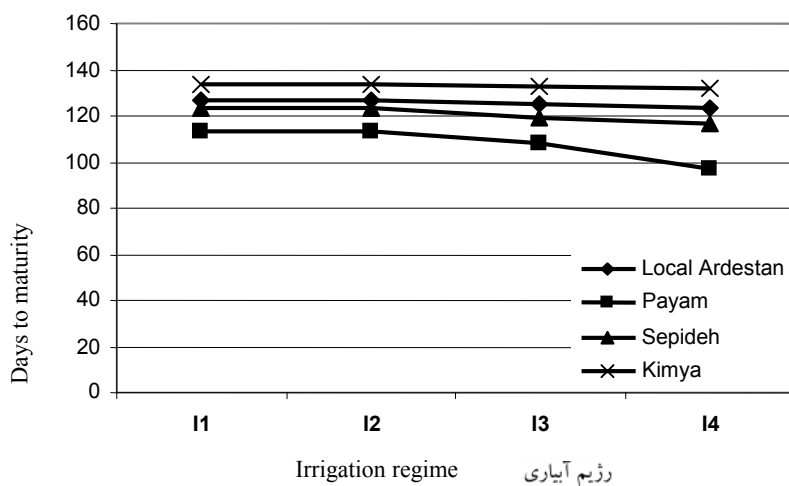
Table 4. Simple correlation coefficients between yield components and grain yield in sorghum .

Characters	صفات	Grain yield	No. grain per panicle	100 grain Weight	No. of panicle per plant	Biological yield	Harvest index	Plant height	Leaf area index	Days to maturity
Grain yield	عملکرد دانه	1								
No.grain per panicle	تعداد دانه در پانیکول	0.832**	1							
Weight of 100grain	وزن صد دانه	0.541*	-0.391 ^{ns}	1						
No.of panicle per plant	تعداد پانیکول در بوته	0.210 ^{ns}	-0.220 ^{ns}	-0.320 ^{ns}	1					
Biological yield	عملکرد بیولوژیکی	0.791**	0.692**	0.571*	0.391 ^{ns}	1				
Harvest index	شاخص برداشت	0.870**	0.586*	0.430 ^{ns}	0.081 ^{ns}	-0.570*	1			
Plant height	ارتفاع گیاه	0.519*	0.362 ^{ns}	0.428 ^{ns}	0.642**	0.744**	0.085 ^{ns}	1		
Leaf area index	شاخص سطح برگ	0.728**	0.571*	0.236 ^{ns}	0.272 ^{ns}	0.671**	0.115 ^{ns}	0.544*	1	
Days to maturity	تعداد روز تا رسیدن به بلوغ	-0.342 ^{ns}	0.483 ^{ns}	-0.512 ^{ns}	0.128 ^{ns}	0.483 ^{ns}	-0.413 ^{ns}	0.382 ^{ns}	0.592*	1

*, **: Significant at 5% and 1 % of probability levels, respectively.

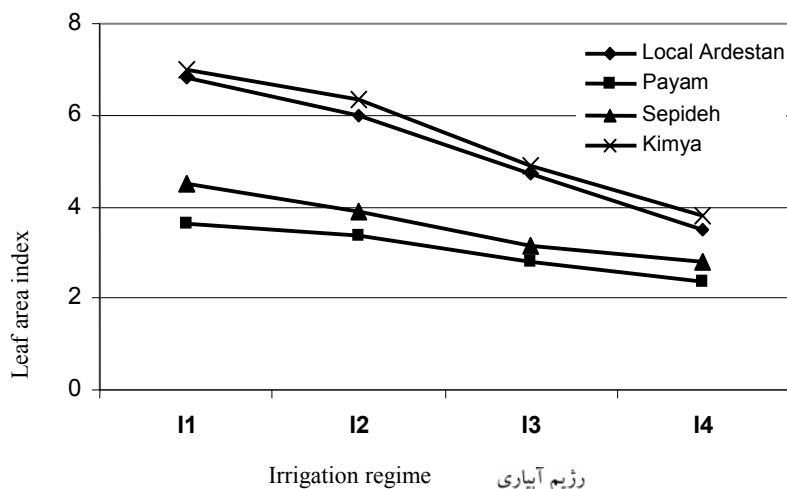
ns: Non. significant

* و **: ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ درصد
ns: غیر معنی دار



میانگین های اثر متقابل رژیم آبیاری × رقم بر طول دوره رشد ارقام سورگوم

Fig. 1. Means of interaction effect between irrigation regimes × cultivars on days to maturity



میانگین های اثر متقابل رژیم آبیاری × رقم بر شاخص سطح برگ

Fig. 2. Means of interaction effect between irrigation regimes × cultivars on leaf area index

فیزیولوژیکی گیاه، شدت تنش ودقت آزمایش نسبت داد.

تعداد برگ یک بوته و شاخص سطح برگ:

اثر رژیم آبیاری بر شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود، ولی بر تعداد برگ یک بوته از نظر آماری تاثیر معنی داری نشان نداد (جدول ۱). بنظر می رسد که عدم وجود تفاوت معنی دار بین تعداد برگ در بوته در رژیم های مختلف

سورگوم در سطح احتمال ۱٪، در رژیم های مختلف آبیاری (جدول ۱). رقم پیام بیشترین کاهش طول دوره رشد در اثر تنش خشکی را داشت، در حالیکه طول دوره رشد رقم کیمیا در اثر کاهش میزان رطوبت قابل دسترس تفاوت محسوسی نداشت (شکل ۱). نتایج متناقض در مورد کاهش یا افزایش طول دوره رشد گیاهان در شرایط تنش خشکی را می توان به ژنوتیپ گیاه و عکس العمل آن در مقابل تنش خشکی، سن

گزارش هال و همکاران (Hall et al., 1968) در تنش های متوسط خشکی کاهش طول میانگرم ها، باعث کاهش ارتفاع گباه می شود ولی در تنش های شدید خشکی مخصوصا در مرحله تمایز گره های ساقه، کاهش ارتفاع گیاه بدلیل کاهش تعداد گره و کاهش طول میانگرم ها است. ارقام سورگوم از نظر ارتفاع بوته باهم تفاوت آماری ندارند (جدول ۱). رقم اردستان با ارتفاع ۱۰۰ سانتی متر و رقم پام با ارتفاع ۱۰۰ سانتی متر پانزدهمین رقم بود (جدول ۲).

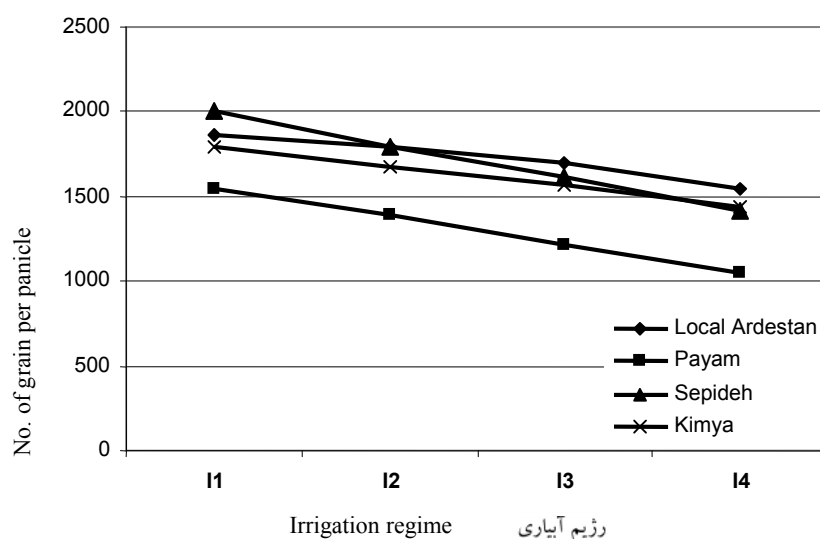
۲-۱-۱- اثر رژیم های آبیاری بر عملکرد و اجزای آن

اولین جزء عملکرد تعداد پانیکول در بوته یا تعداد پنجه های بارور در هر گیاه می باشد که تحت تاثیر ژنوتیپ و عملیات زراعی قرار می گیرد. رژیم های آبیاری در این تحقیق بر روی تعداد پانیکول در تک پانیکول ها در سطح احتمال ۱ درصد داشتند (جدول ۱). با افزایش فواصل آبیاری از تعداد پانیکول به ازای هر بوته کاسته شد و در تیمار I₄ به حداقل خود رسید (جدول ۱). ارقام سورگوم از نظر این صفت با هم تفاوت آماری داشتند. رقم پیام بیشترین تعداد پانیکول

آبیاری مربوط به حفظ رطوبت خاک مزرعه در حد ظرفیت زراعی تا زمان استقرار گیاه باشد. گزارشات این زمان مقارن با تشکیل آغازین یاخته های برگ جدید در مریستم انتهایی است، بنابراین تنش خشکی تاثیر چندانی بر تعداد برگ ها نداشته است (Matthews et al., 2004). با افزایش فواصل آبیاری شاخص سطح برگ بطور معنی داری کاهش یافت (جدول ۱) بطوریکه حداکثر میزان شاخص سطح برگ در تیمار I₁ (۱/۱) و حداقل آن در تیمار I₄ (۱/۴) بود (جدول ۱). اثر متقابل آبیاری در رقم برای شاخص سطح برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار نبود (جدول ۱ و شکل ۱). رقم اردستان در شاخص سطح برگ مربوط به ارقام بوم اردستان در تیمار I₁ (۱/۱) و پیام در تیمار I₄ (۱/۴) بود.

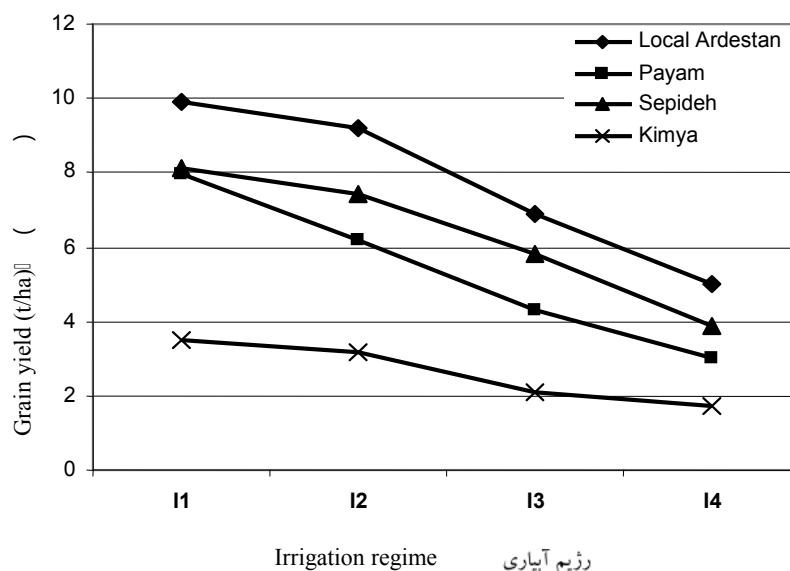
۲-۱-۲- ارتفاع گیاه:

اثر رژیم های آبیاری بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین ارتفاع بوته در رژیم های مختلف آبیاری در جدول ۱ نشان داد که حداکثر ارتفاع بوته در تیمار I₁ (۱/۱) و حداقل آن در تیمار I₄ (۱/۴) بود.



شکل ۳- میانگین های اثر متقابل رژیم آبیاری × رقم بر تعداد دانه در پانیکول ارقام سورگوم

Fig. 3. Means of interaction effect between irrigation regimes × cultivars on number of grain per panicle



تأثیر رژیم آبیاری × رقم بر عملکرد دانه ارقام سورگوم

Fig 4. Means of interaction effect between irrigation regimes × cultivars on grain yield

ممکن است مانع تولید پنجه یا پنجه‌ها شود.

در جدول ۲ و اشکال ۱ و ۲، بر تیمارهای آبیاری بر عملکرد و اجزای آن در ارقام سورگوم نشان داده شده است. با افزایش میزان تنش خشکی از تیمار I₁ تا I₄، تعداد دانه در پانیکول بطور معنی‌داری کاهش یافت. سنانکاراپاندین و بانکاروسوم (Sankarapandian & Bangarusamy, 1996) گزارش کردند که شرایط تنش خشکی مرکز دانه‌های گرده، ایجاد اختلال در تشکیل و گسترش انشعابات جانبی پانیکول باعث نقصان انرژی و مواد آلی قابل دسترس، افزایش مقاومت روزه‌ای و افزایش بازدارنده‌های شیمیایی موجب کاهش تعداد دانه در پانیکول می‌گردد. اثر رژیم آبیاری بر وزن صد دانه در تیمارهای I₁، I₂، I₃ از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲). در بین ارقام، از نظر وزن صد دانه، اختلاف آماری وجود داشت بین رقم‌ها و کمترین وزن صد دانه به ترتیب متعلق به ارقام اردستان (۱۰۰ گرم) و کیمیا (۱۰۰ گرم) بود (جدول ۲). بلوم و همکاران (Blum et al., 1997) در بررسی وزن صد دانه ارقام

در بوته (۱۰۰ عدد) داشت، ولی رقم بومی اردستان بجز ساقه اصلی پنجه‌ها را در دیگری تولید نکرد (جدول ۲). وجود غالبیت انتهایی شدید در این رقم شده است. با افزایش میزان تنش خشکی از تیمار I₁ تا I₄، تعداد دانه در پانیکول بطور معنی‌داری کاهش یافت. سنانکاراپاندین و بانکاروسوم (Sankarapandian & Bangarusamy, 1996) گزارش کردند که شرایط تنش خشکی مرکز دانه‌های گرده، ایجاد اختلال در تشکیل و گسترش انشعابات جانبی پانیکول باعث نقصان انرژی و مواد آلی قابل دسترس، افزایش مقاومت روزه‌ای و افزایش بازدارنده‌های شیمیایی موجب کاهش تعداد دانه در پانیکول می‌گردد. اثر رژیم آبیاری بر وزن صد دانه در تیمارهای I₁، I₂، I₃ از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲). در بین ارقام، از نظر وزن صد دانه، اختلاف آماری وجود داشت بین رقم‌ها و کمترین وزن صد دانه به ترتیب متعلق به ارقام اردستان (۱۰۰ گرم) و کیمیا (۱۰۰ گرم) بود (جدول ۲). بلوم و همکاران (Blum et al., 1997) در بررسی وزن صد دانه ارقام

را تولید کردند، ارقام کبک و سپیده نه تنها عملکرد بیولوژیک معادل و عملکرد در هکتار داشتند. تعداد برگ و ارتفاع بیشتر و میزان عملکرد بالاتر رقم اردستان سبب شد که این رقم عملکرد بیولوژیک بیشتری نسبت به سه رقم دیگر داشته باشد. همبستگی مثبت معنی دار در سطح ۱ درصد بین عملکرد بیولوژیک با عملکرد دانه ($r = 0.88^{**}$) نشان دهنده ارتباط بسیار قوی بین این دو صفت بود (جدول ۱).

رژیم های آبیاری و ارقام سورگوم از نظر شاخص برداشت و کارایی مصرف آب در سطح احتمال ۱ درصد باهم اختلاف معنی دار داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین شاخص برداشت و کارایی مصرف آب رژیم های آبیاری و ارقام در جدول ۲ آمده است. با وجود کاهش شاخص برداشت از تیمار I_1 به I_2 عدم وجود تفاوت معنی دار بین این دو تیمار را می توان به تاثیر تقریباً یکسان کمبود رطوبت خاک بر کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در تیمار I_1 دانست (۱/۱ درصد کاهش عملکرد دانه و ۱/۱ درصد کاهش عملکرد بیولوژیک). دلیل عمده افت شاخص برداشت به میزان ۱۱ و ۱۲ درصد بترتیب در تیمارهای I_3 و I_4 کاهش بیشتر عملکرد دانه در این دو تیمار نسبت به عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش خشکی می باشد (شکل ۱). توکلی و همکاران (۱۳۹۱) شاخص برداشت نه دانه در سه تیمار آبیاری پس از تیمارهای I_1 و I_2 برابر ۱۱ درصد گزارش نمودند. آنها تاثیر یکسان تنش خشکی در کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را دلیل عدم وجود تفاوت معنی دار بین این سه تیمار آبیاری دانستند. روند تغییرات شاخص برداشت ارقام سورگوم در رژیم های مختلف آبیاری مشابه نبود. بطوریکه شیب کاهش شاخص برداشت رقم اردستان بسیار کمتر از سه رقم دیگر می باشد (۱۱ و ۱۲). این کاهش برای ارقام بومی اردستان، سپیده و پیام به

نشان می دهند که با کاهش یا افزایش این دو جزء عملکرد، عملکرد دانه نیز روند مشابهی را دنبال میکند. تاخیر در زمان آبیاری که منجر به کاهش این اجزاء می گردد در نهایت موجب کاهش عملکرد دانه می شود. با توجه به ضرایب همبستگی تعداد دانه در بکول ($r = 0.88^{**}$) نقش این جزء عملکرد در تعیین میزان نه عملکرد بسیار مهمتر از وزن صد دانه ($r = 0.88^{**}$) بود. عملکرد بکول این عملکرد دانه در ارقام مختلف نشان داد که ارقام بومی اردستان و کبک و سپیده (۱۱ و ۱۲ کیلوگرم در هکتار) و کمتر (۱۱ و ۱۲ کیلوگرم در هکتار) میزان عملکرد را تولید کردند. ارقام پیام و سپیده نیز عملکردی معادل و ۱۱ کیلوگرم در هکتار داشتند (جدول ۲). میانگین های اثر متقابل آبیاری در رقم نشان می دهد که واکنش عملکرد دانه ارقام مختلف سورگوم نسبت به رژیم های آبیاری متفاوت بوده است (۱۱ و ۱۲). تند تغییرات عملکرد دانه در رقم پیام باعث معنی دار شدن این اثر متقابل شده است.

۱-۱- تاثیر رژیم های آبیاری بر عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب

تنش رطوبتی از طریق کاهش وزن خشک برگ ها، ساقه و گل آذین موجب کاهش عملکرد بیولوژیک می شود. در این آزمایش عملکرد بیولوژیک در رژیم های مختلف آبیاری و ارقام سورگوم در سطح احتمال ۱ درصد باهم اختلاف معنی دار داشتند (جدول ۱). عملکرد بکول این عملکرد بیولوژیک در جدول ۲ نشان داد که حد اکثر عملکرد بیولوژیک با ۱۱ و ۱۲ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری پس از تیمارهای I_1 و I_2 (تیمار شاهد) ۱۱ و ۱۲. نقش کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش، در نقصان عملکرد بیولوژیک مهمتر از کاهش وزن قسمت رویشی بود (شکل ۱). اطلاعات جدول ۲ رقم اردستان و پیام به ترتیب ۱۱ و ۱۲ کیلوگرم در هکتار و کمتر (۱۱ و ۱۲ کیلوگرم در هکتار) میزان عملکرد بیولوژیک

References

منابع مورد استفاده

توکلم، ح. کریم، م. و موسوی، س. ف. اثر رژیم های مختلف آبیاری بر رشد رویش و زایش در ذرت، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۱، شماره های ۱ و ۲: ۱-۲.

بی نام. طرح بهینه سازی الگوی مصرف آب کشاورزی. سند ملی آب کشور. وزارت جهاد کشاورزی و سازمان هواشناسی کشور

..... زراعت و اصلاح گیاهان علوفه ای. انتشارات جهاددانشگاهی تهران. ۱۳۸۵

کوچکی، ع. جنبه هایی از مقاومت به خشکی در سورگوم. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۱۳۸۵. شماره ۱: ۱-۲

- Abdolla, F. H., R. Bakheit, M. M. Seedalla and T. A. Ahmad. 1996. Genotype response and variance yield components in grain sorghum under different water regimes. Aust. J. agric. Res. 35: 13-24.
- Blum, A., A. Colan, J. Maxer and B. Sinmene. 1997. The effect of dwarfing genes on sorghum grain filling from remobilized stem reserves under stress, Field Crops Res., 52: 43-45.
- Brun, L. J., E. T. Kanemasu and W. L. Powers. 1972. Evapotranspiration from soybean and sorghum fields. Agron. J. 64: 145-149.
- Cho, K., H. Toler, J. Lee and R. Auge. 2006. Mycorrhizal symbiosis and response of sorghum to combined drought and salinity stress. J. of Plant Physio. 163: 517- 528.
- Eck, H. V. and J. T. Musick. 1972. Plant water stress effects on irrigation grain sorghum. I. Effect on grain yield. Crop Sci. 19: 589-598.
- Garrity, D. P., D. G. Watts and J. R. Gilley. 1982. Moisture deficits and grain sorghum performance; Evapotranspiration and yield relationship. Agron. J. 74:815-820.
- Ibrahim, Y. M. 1999. Response of sorghum genotypes to different water levels created by sprinkler irrigation. Ann. of Arid Zone. 84:283-287.
- Hajar, A. S., O. A. Khafagi and S. M. Ibrahim. 1997. Response of grain sorghum to water deficit. Aust. J. Agric. Res. 42:37-43.
- Hall, G. A. B., C. W. Absher. 1968. Net energy of sorghum grain and corn for fattening cattle. J. Anim. Sci. 27: 135-139.
- Lewis, R. B., E. A. Hiller and W. R. Jordan. 2000. Susceptibility of grain sorghum to water deficit at three growth stages. Agron. J. 66: 589-591.
- Martin, J. V. 1963. Sorghum. International Crops Research Institute for the Semi- Arid Tropics. India. 124-153.
- Matthews, K. B., D. M. Reddy, A. U. Rani and I. M. Peacock. 2004. Response of four sorghum lines to mid season drought. I. Growth, water use and yield. Field Crop Res. 25: 279-296
- Nwa, E. U. 1979. Frequency and amount of irrigation for maize in Western Nigeria Agric. Water Management. 2: 233-239.

- Olufayo, A. A., C. Baldy and A. Aidaoui. 1994.** Relationship between water stress indicators and grain yield of irrigated sorghum. 17th ICID Europe Regional Conference on Irrigated and Drainage. 1: 65-75.
- Olufayo, A. A., D. Ruelle and A. Aidaoui. 1997.** Biomass of grain sorghum under variable water regime. Biomass and Bioenergy. 12: 383-389.
- Sankarapandian, R. and U. Bangarusamy. 1996.** Stability of sorghum genotypes for certain physiological characters and yield under water stress condition. Crop Improvement. 23: 61-65.
- Seetharama, N., R. Frederiksen and K. V. Raman. 1995.** Biotechnology and sorghum improvement for drought and temperature stress tolerance: Environmental impact and Biosafety. 3:223-229.
- Smith, R. J., S. R. Raine and J. Minkovich. 2005.** Irrigation application efficiency and deep drainage potential under surface irrigated cotton. Agric. Water Manage. 71:117-130

Effect of different irrigation regimes on growth, grain yield and its components of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivars under Isfahan conditions

Razmi¹, N. and M. Chasemi²

ABSTRACT

Razmi, N. and M. Chasemi. 2007. Effect of different irrigation regimes on growth, grain yield and its components of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivars under Isfahan conditions. Iranian Journal of Crop Sciences. 9 (2):169-183.

Effect of four irrigation regimes (irrigation after 100,130,160 and 190 mm evaporation from class A pan) on yield and its components of four grain sorghum cultivars namely Local Ardestan , Payam, Sepedeh and Kimya was studied, using split plot design with four replications, in Research Field Station of Faculty Agriculture, Isfahan Technology University. Analysis of variance and mean comparison between treatments showed that yield and its components had negative response to water stress condition, and with increasing irrigation intervals from I₁ to I₄ these values decreased significantly. Therefore, grain yield reduced 9% in I₂, 27% in I₃ and 51% in I₄ in comparison to I₁. There was considerable variation among the cultivars in grain yield and its components. Results also showed maximum plant height and biological and grain yield in local Ardestan, maximum grain per panicle in Sepideh and latest maturity to Kimya cultivars. Irrigation×cultivar had significant effect on grain yield and its components of sorghum cultivars. Local Ardestan cultivar had the least yield reduction under this conditions.

Key words: Irrigation regimes, Grain yield , Yield components, Sorghum, Water use efficiency.

Received :June , 2007

1-Researcher, Agriculture and National Resources Research Center of Ardabil (Moghan) (Corresponding author)

2- Faculty member, Agriculture and National Resources Research Center of Ardabil (Moghan)